

7. May Diane Ebert, Webber Patrick J., May Terry A. Success of transplanted alpine tundra plants on Niwot ridge, Colorado. – «J. Appl. Ecd.» - 1982.- V.19. - № 3. – P. 965-976.

8. Sainz-Ollero H., Hernandez-Bermejo J.E. Experimental reintroductions of endangered plant species in their natural habitats in Spain. «Biol. Conserv.», 1979, 16, № 3, 195-206.

8. Красная книга Среднего Урала. – Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 1996. – 278 с.

10. Никитина Л.С. Экспозиционные участки природной флоры в ботаническом саду: Автореф. ...дис. канд. биол. наук, Уфа, 2000.

11. Нотов А.А., Шубинская Н.В. Деятельность ботанического сада ТВГУ по созданию серии экспозиций «Уникальные природные комплексы Тверской области»: Инф. бюлл. Совета ботанических садов. – М., 2001. - Вып. 12. - С. 95-96.

УДК 630*181.525:632.95.024.4

И.А. Фрейберг, М.В. Ермакова, С.К. Стеценко
(Ботанический сад УрО РАН)

ВЛИЯНИЕ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ПЕСТИЦИДОВ НА ТЕРАТОГЕНЕЗ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Для изучения эколого-биологических аспектов явления тератогенеза сеянцев сосны были проведены опыты по совместному использованию пестицидов и удобрений. Исследования показали, что сами по себе уровень минерального питания, гумусность почвы и актуальная кислотность неспособны устранить явление тератогенеза. От уровня минерального питания может зависеть лишь количественный рост, который может иметь свои особенности под воздействием пестицидов.

Тератогенез сеянцев сосны обыкновенной, выявленный сравнительно недавно [1, 2], выражается в отклонении сеянцев 1-2 лет от нормального фенотипа и формировании двух групп тератоморфных растений: аномальные с дополнительными побегами и изменениями хвои и условно нормальные с нарушенной корреляцией органов. Тератоморфные растения не отвечают требованиям, предъявляемым к стандартным сеянцам и не соот-

ветствуют фенотипу сосны на начальной стадии ее онтогенеза. Для устранения явления тератогенеза необходимо изучение целого ряда эколого-биологических аспектов этого явления. Среди них реакция сеянцев сосны на совместное использование пестицидов и удобрений.

С целью установления значения уровня питания на процесс транслкации пестицидов сеянцами были проведены эксперименты в полевых условиях на средне- и тяжелосуглинистых почвах в лесной зоне (Свердловская область), а также к обсуждению вопроса привлечены данные мелкоделянчных опытов по одновременному использованию удобрений и пестицидов на песчаной почве, проведенные в лесостепной зоне (Курганская область). При этом было обращено внимание на проявление фитотоксичности пестицидов при различном содержании в почве гумуса и диапазона значений актуальной кислотности. По последнему вопросу в литературе имеются противоречивые данные [3, 4]. Почвы, на которых проводили эксперименты, по своим свойствам ориентировочно отражают как гранулометрический, так и агрохимический состав большинства почв производственных лесных питомников региона. Уровень плодородия позволяет считать эти почвы достаточно обеспеченными для выращивания сеянцев сосны (табл.1). Однако это не мешает развитию здесь процесса тератогенеза, что ведет к изменению морфоанатомических и физиолого-биохимических свойств растений [3, 5]. У аномальных и условно нормальных тератоморфных сеянцев сосны снижаются защитные свойства тканей и сокращается водоудерживающая способность хвои, что в первую очередь сказывается на их устойчивости и усиливает послепосадочную депрессию на лесокультурной площади.

Для повышения уровня почвенного плодородия и перевода почвы в более высокую категорию окультуренности минеральные удобрения вносили на фоне использования пестицидов. На опытных участках 1-97, 2-97 (Билимбаевский лесхоз) и 1а (Просветский лесхоз) почва обрабатывалась по системе черного пара. В год, предшествующий парованию, вносили торф 200 т·га⁻¹.

Обработка гербицидом 2,4-Д (аминная соль) проводилась по отросшим в пару сорнякам. На участках 1-97 и 1а в дозе 1,5 кг·га⁻¹, на участке 2-97 в двойной дозе. На опытных участках 1-98 и 1-99 (Березовский лесхоз) почва была загрязнена остатками пестицидов (симазин, ТХА, далапон, 2,4-ДА, нитосорг, раундап).

Таблица 1
Характеристика плодородия пахотных горизонтов почвы на экспериментальных участках лесных питомников и ориентировочная шкала окультуренности почвы лесных питомников (по шкале ЦПХЛ)

Лесхоз	Гранулометриче- ский состав	Плотность, г·см ⁻³	Гумус, %	рН вытяжки		Содержание, мг на 100 г почвы	
				водной	солевой	K ₂ O	P ₂ O ₅
Билимбаевский	Суглинок средний	0,97	4,79	4,8	4,3	2,5	6,2
Березовский	Суглинок тяжелый	1,03	4,23	5,0	4,9	1,6	5,2
Просветский	Песок	1,31	1,66	5,8	4,8	6,0	12,5
Степень окульту- ренности по шка- ле ЦПХЛ:							
Слабая	-	-	1,5 – 2,0	-	4,0 – 4,5	до 10	до 5
Средняя	-	-	2,0 – 2,5	-	4,6 – 5,0	10 – 15	5 – 15
Сильная	-	-	2,5 – 4,0	-	5,1 – 6,0	20 – 30	15 – 25

Удобрения на всех участках применялись при основной обработке почвы. На контрольных участках почва не удобрялась. (6-строчный) посев на всех опытных участках выполнялся весной, норма высева 1,5 г на пог.м. На опытных участках 1-97 и 2-97 исследовались нормы удобрений $N_{120}P_{120}K_{80}$; $N_{60}P_{60}K_{40}$; $N_{120}P_{120}K_{40} + CaCO_3$; $N_{60}P_{60}K_{40} + CaCO_3$; контроль без удобрений; на опытном 1-98 и 1-99 использовались удобрения в первом случае в дозе $N_{60}P_{60}K_{40}$, во втором $N_{120}P_{120}K_{80}$. Контролем служили неудобренные делянки. Семена на перечисленных участках обрабатывались 0,5%-ным раствором $KMnO_4$. На опытном участке 1а семена перед посевом обрабатывались ТМТД в дозе 5 г на 1 кг семян; испытывались две дозы удобрений $N_{60}P_{60}K_{40}$ и $N_{120}P_{120}K_{80}$.

Оценка изменения почвенного плодородия после внесения удобрений была выполнена на участках 1-97, 1-98 и 1-99 (табл.2). Как следует из сравнения табл. 1 и 2, внесение удобрений не способствовало переводу почвы в более высокую группу окультуренности согласно ориентировочной шкале ЦПХЛ (Центральная почвенно-химическая лаборатория Федеральной службы лесного хозяйства).

Однако на опытном участке 1-97 было достигнуто повышение содержания гумуса и pH солевой вытяжки (табл.2). Последняя была доведена в основном до значений, рекомендованных для суглинистых почв: 5,5-5,7 [6]. В вариантах 3 и 4 в результате известкования почвы величина pH солевой вытяжки составила 6,2-6,3, что представляет интерес для оценки влияния актуальной кислотности на процесс транслокации пестицида 2,4-Д в сеянцах сосны.

На опытных участках 1-97 и 2-97 сложились вполне благоприятные условия как в отношении почвенного питания, так и в отношении водно-физических свойств почвы. Плотность пахотного горизонта почвы оставалась в течение двух лет рыхлой ($0,95 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$) или в отдельные периоды нормально плотной, т.е. не превышала $1,15 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$ [7].

На опытных участках Березовского лесхоза почвенные условия после внесения удобрений характеризуются аналогичным или несколько более высоким содержанием гумуса и значениями K_2O и P_2O_5 по отношению к первоначальным. Актуальная кислотность значительных изменений не претерпела. Плотность почвы колебалась от $0,99$ до $1,03 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$.

Приводя аналитические данные по содержанию подвижных форм фосфора и калия, мы в то же время разделяем мнение В.С. Победова [8] о ненадежности оценки плодородия по подвижным формам этих элементов, поскольку содержание их находится под воздействием большого числа

факторов, в том числе условий влажности. Определение может давать уменьшение их количества по сравнению с реальным [9].

Таблица 2

Характеристика почвенного плодородия в вариантах опыта после внесения удобрений

Вариант		Гумус, %	рН вытяжки		Содержание мг на 100 г. почвы	
№	Содержание		водной	соле- вой	K ₂ O	P ₂ O ₅
Билимбаевский лесхоз. Опытный участок 1-97						
1.	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀	5,31	5,8	5,4	5,3	10,7
2.	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	4,94	6,3	5,6	5,2	9,7
3.	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀ + CaCO ₃ 1,5 т·га ⁻¹	6,07	6,5	6,3	5,2	12,6
4.	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀ + CaCO ₃ 1,5 т·га ⁻¹	5,27	6,2	6,2	6,5	14,0
Березовский лесхоз. Опытный участок 1-98						
1.	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	3,82	5,2	4,8	1,2	6,6
Березовский лесхоз. Опытный участок 1-99						
1.	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀	4,60	4,6	4,0	1,0	4,2

На всех опытных участках ликвидировать явление тератогенеза с помощью минеральных удобрений не удалось (табл.3). В то же время на удобренном фоне количество аномальных растений, как правило, не превышало их на контроле. На некоторых опытных участках наблюдалось незначительное количество сеянцев с нормальным фенотипом, что объясняется мозаичным распределением пестицидов в почве [10, 11].

Независимо от внесения минеральных удобрений во всех вариантах опытных участков среди тератоморфных сеянцев на суглинистой почве преобладают условно нормальные растения, на песчаной – аномальные, что связано с особенностями адсорбции почвой пестицидов и их поливалентностью [4,12]. Полагаем, что этим же (недостаточной адсорбционной

поверхностью) может быть объяснено и возрастание числа аномальных растений при совместном использовании пестицидов и удобрений.

Таблица 3

Распределение 2-летних сеянцев сосны по
морфологическим группам, %

Вариант		Штук на пог. м	Фенотипы			
№	Содержание		нормаль- ный	условно нормаль- ный		аномаль- ный
				меньше 10 см	больше 10 см	
Билимбаевский лесхоз. Опытный участок 1-97						
1	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀	24	-	12	53	35
2	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	31	-	23	54	23
3	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀ + CaCO ₃	46	-	35	44	21
4	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀ + CaCO ₃	52	-	38	42	20
5	Контроль	44	6	24	54	16
Билимбаевский лесхоз. Опытный участок 2-97						
1	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀	30	-	7	44	39
2	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	67	3	39	43	15
3	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀ + CaCO ₃	42	2	11	59	28
4	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀ + CaCO ₃	47	2	32	48	18
5	Контроль	52	2	25	38	35
Березовский лесхоз. Опытный участок 1-98						
1	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	57	-	69	-	31
2	Контроль	54	-	80	-	20
Березовский лесхоз. Опытный участок 1-97						
1	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀	14	-	65	-	35
2	Контроль	58	-	74	-	26
Просветский лесхоз. Опытный участок 1а.						
1	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀	60	20	31	-	67
2	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	55	3	29	-	68
3	Контроль	57	9	32	-	59

Из результатов исследований следует, что сами по себе уровень минерального питания, гумусность почвы и актуальная кислотность неспособны устранить явление тератогенеза. На наш взгляд, причина в том, что тератогенез является нарушением морфогенеза, который осуществляется по генетической программе в процессе дифференцирования клеток, механизм которого до сих пор проблематичен. Его связывают с экспрессией генов, а также с влиянием ростовых веществ [13]. В случае же воздействия пестицидов на сеянцы сосны в начальной стадии развития происходит «сбой» программы различной продолжительности и эффекта действия на организм, т.е. наблюдается явление тератогенеза.

Таким образом, тератогенез не зависит от уровня питания. От последнего может зависеть лишь количественный рост, который может иметь свои особенности под воздействием пестицидов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. - М.: Мир, 1990. - Т.3. - 374 с.
2. Петербургский А.В. Корневое питание растений. - М.: Госсельхозиздат, 1964. - 254 с.
3. Победов В.С. Применение удобрений в лесном хозяйстве. - М.: Лесн. пром-ть, 1972. - 201 с.
4. Роде А.А., Смирнов В.Н. Почвоведение. - М.: Высш. шк. 1972. - 480 с.
5. Рэуце К., Кырстя С. Борьба с загрязнением почвы. - М.: Агропромиздат, 1986. - 222 с.
6. Самгин П.А., Золотарева Л.Н., Крутикова Л.Н. Мозаичность распределения остаточных количеств симазина в почве лесных питомников Пермской области // Химический уход за лесом: Сб. науч. тр. ЛенНИИЛХ.-Л., 1977. - С. 14-47.
7. Самгин П.А., Крутикова Л.Н. Инактивация трихлорацетата натрия в почве // Лесное хозяйство. - 1978. - № 5. - С. 42-45.
8. Фрейберг И.А., Ермакова М.В., Кислицина Н.А. Реакция сеянцев сосны обыкновенной на обработку семян фунгицидами ТМТД и фундазол // Лесоведение. - 1995. - № 3. - С. 57-64.
9. Фрейберг И.А., Ермакова М.В., Толкач О.В. Фенотипические изменения сеянцев сосны обыкновенной под влиянием пестицидов // Лесоведение. - 1997. - № 3. - С. 61-69.

10. Фрейберг И.А. и др. Хвоя аномально развитых сеянцев сосны обыкновенной // Лесоведение. - 1992. - № 5. - С. 60-63.

11. Фрейберг И.А., Ермакова М.В., Стеценко С.К. Биологические особенности сеянцев сосны обыкновенной в условиях антропогенного загрязнения // Теоретические и практические проблемы лесовосстановления на Урале. Екатеринбург, 2002. С. 55-58.

12. Чкаников Д.И., Соколов М.С. Гербицидное действие 2,4-Д и других галоидофенокислот. - М.: Наука, 1973. - 215 с.

13. Шумаков В.С., Федорова Е.Л. Применение минеральных удобрений в лесу. - М.: Лесн. пром-ть, 1972. - 89 с.

УДК 630*114.12

А.Н. Грозин

(Уральский государственный лесотехнический университет)

ДИНАМИКА УРОВНЕЙ ГРУНТОВЫХ ВОД В ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ НА ОСУШАЕМЫХ НИЗИННЫХ БОЛОТАХ СРЕДНЕГО УРАЛА

Анализируется динамика уровней почвенно-грунтовых вод на 14-й год осушения и 7-й год после выборочных рубок. Данные можно использовать при определении нормы осушения и расстояния между каналами.

Известно, что осушение коренным образом изменяет состояние лесоболотных биогеоценозов и взаимоотношения между отдельными его компонентами. Значительное влияние гидролесомелиорация оказывает на водно-воздушный режим почв, хотя уровень воды в почве по сравнению с неосушенными биогеоценозами опускается не более чем на 6-40 см. Улучшение гидрологического режима почв уже в первые годы активизирует минерализацию торфа, биохимические процессы в почве, благоприятствует росту и повышает продуктивность древостоев. Однако важное значение имеет поддержание определенного уровня почвенно-грунтовых вод (ПГВ) на глубине, так как его повышение в течение июня-октября вызывает уменьшение продуктивности древостоя. Иными словами, эта глубина – «норма осушения».

По мнению Б.В. Бабикова [1], улучшение роста леса на болотах с хорошо разложившимся торфом следует объяснять не повышенной проточностью ПГВ, а большей их динамикой, сопровождающейся быстрым отво-